

# ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

**Publication number:** JP2002343571

**Publication date:** 2002-11-29

**Inventor:** FUJIKAWA HISAYOSHI; TAGA YASUNORI; OKADA HISASHI; IGARASHI TATSUYA; KOJIMA KAZUE; KATO TETSUYA

**Applicant:** TOYOTA CENTRAL RES & DEV; DENSO CORP; FUJI PHOTO FILM CO LTD

**Classification:**

- international: C09K11/06; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/22; C09K11/06; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/22; C1-7; H05B33/14; C09K11/06; H05B33/12; H05B33/22

- european:

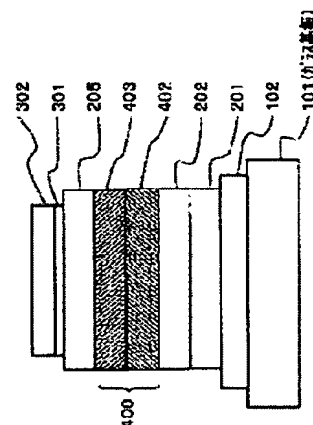
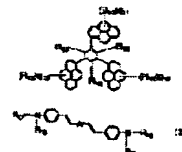
**Application number:** JP20010150175 20010518

**Priority number(s):** JP20010150175 20010518

Report a data error here

## Abstract of JP2002343571

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a long life of a multi-color or white-color organic electroluminescence element. **SOLUTION:** For a luminous layer of an organic EL element, 1,3,5-triphenylbenzen derivative that is excellent in stability and expressed by the formula (1) is employed as a host material of the luminous layer, and a dopant is doped in this host material. By combining a blue color luminous layer (first luminous layer) and a luminous layer of another color added with a dopant, a multi-color or white color luminous element having a high illuminance and a long life is obtained. This organic EL element can realize a high luminous efficiency and a long life.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 ( J P )

# (12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開2002-343571

( P 2 0 0 2 - 3 4 3 5 7 1 A )

(43) 公開日 平成14年11月29日 (2002. 11. 29)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/14		H05B 33/14	B 3K007
C09K 11/06	610	C09K 11/06	610
	620		620
H05B 33/12		H05B 33/12	C
33/22		33/22	B
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全23頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2001-150175 ( P 2001 - 150175 )	(71) 出願人	000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番 地の 1
(22) 出願日	平成13年 5 月18日 (2001. 5. 18)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
		(71) 出願人	000005201 富士写真フイルム株式会社 神奈川県南足柄市中沼210番地
		(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二 (外 2 名)

最終頁に続く

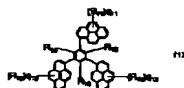
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 多色又は白色光有機 E L 素子の長寿命化を実現する。

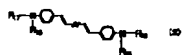
【解決手段】 有機 E L 素子の発光層として、安定性に優れた下記一般式 ( 1 )

【化 2 3】

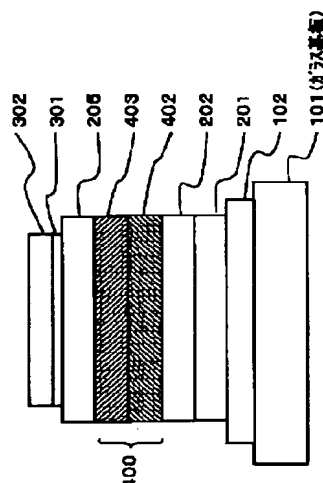


で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を発光層のホスト材料とし、このホスト材料中にドーパ材料をドーパした。

【化 2 4】



青色発光層 ( 第 1 発光層 ) とドーパ材料を添加した別色の発光層と組み合わせることで高発光率で長寿命の多色又は白色発光素子を得る。この有機 E L 素子は、高発光効率と、長寿命を実現できる。

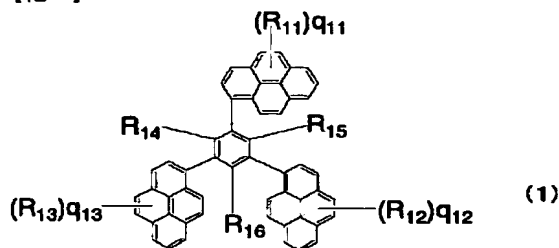


1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ドープ材料が添加された発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式 (1)

## 【化 1】



(但し、式中の  $R_{11} \sim R_{16}$  は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$  は 0～9 の整数) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中にドープ材料が添加された第 1 発光層より構成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

さらに、前記第 1 発光層と異なる発光色を有するドープ材料が添加された第 2 発光層を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

さらに、前記 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を含む第 2 発光層を有し、

前記第 1 発光層と、該第 2 発光層との組み合わせで、白色発光することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

さらに前記 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を含まない第 2 発光層を有し、

前記第 1 発光層と該第 2 発光層との組み合わせで、白色発光することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の有機電界発光素子において、

前記第 2 発光層は正孔輸送層と前記第 1 発光層との層間に設けられていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 6】 請求項 4 又は請求項 5 に記載の有機電界発光素子において、

前記第 2 発光層は、正孔輸送層材料をホスト材料とし、このホスト材料中にドープ材料として発光色素が導入されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の有機電界発光素子において、

前記ドープ材料のエネルギーギャップは、前記ホスト材料である正孔輸送材料のエネルギーギャップよりも狭いことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 8】 請求項 4 に記載の有機電界発光素子において、

2

前記第 2 発光層は電子輸送層と前記第 1 発光層との層間に設けられていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の有機電界発光素子において、

前記第 2 発光層は、電子輸送層材料をホスト材料とし、このホスト材料中にドープ材料として発光色素が導入されていることを特徴とする有機電界発光素子。

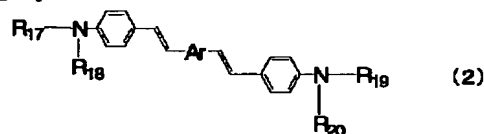
【請求項 10】 請求項 9 に記載の有機電界発光素子において、

前記ドープ材料のエネルギーギャップは、前記ホスト材料である電子輸送材料のエネルギーギャップよりも狭いことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 11】 請求項 1～請求項 10 のいずれかに記載の有機電界発光素子において、

前記第 1 発光層においてドープ材料は、下記一般式 (2)

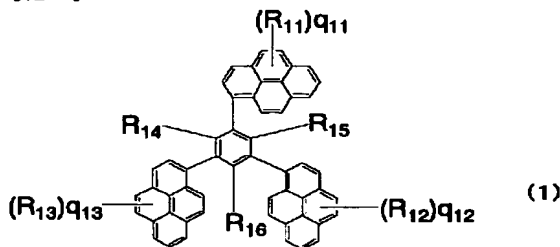
## 【化 2】



(但し、式中の  $R_{17} \sim R_{20}$  はアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシル基であり、 $Ar$  は置換基を有する若しくは有しないアリーレン基) で示されるジスチリルアミン誘導体であることを特徴とする有機電界発光素子。

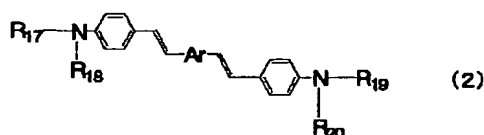
【請求項 12】 発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式 (1)

## 【化 3】



(但し、式中の  $R_{11} \sim R_{16}$  は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$  は 0～9 の整数) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中にドープ材料として下記一般式 (2)

## 【化 4】

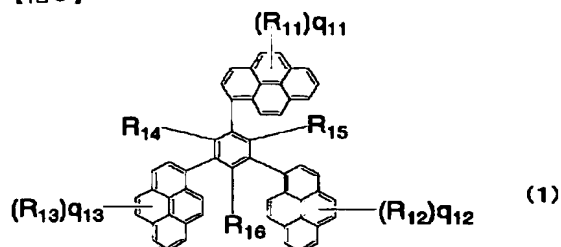


で示されるジスチリルアミン誘導体 (但し、式中の  $R_{17} \sim R_{20}$  はアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシル基であり、 $Ar$  は置換基を有する若しくは有しないアリーレン基) が添加された第

1 発光層より構成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 13】 発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式 (1)

【化 5】



(但し、式中の  $R_{11} \sim R_{16}$  は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$  は 0~9 の整数) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中に前記ホスト材料のエネルギーギャップよりも狭いエネルギーギャップを有するドーパ材料が添加された第 1 発光層より構成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機電界発光素子 (以下、有機 EL (エレクトロルミネッセンス) 素子) に関し、この有機 EL 素子は、例えば、薄膜型ディスプレイの各発光画素や、照明器具などに適用可能である。

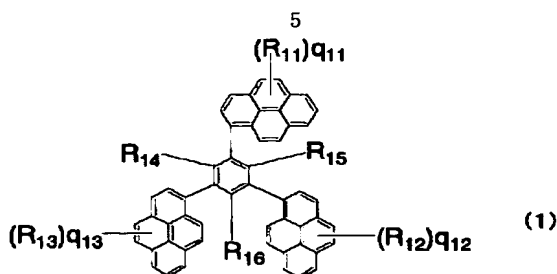
【従来の技術】 有機 EL 素子は、自己発光のため、視認性に優れ、かつ数ボルト (V) ~ 数十 V の低電圧駆動が可能のため駆動回路を含めた装置とした場合の軽量化、低消費電力化が可能である。そこで薄膜型ディスプレイ、照明、バックライトとしての活用が期待できる。また、有機エレクトロルミネッセンス素子は発光材料として有機化合物を用いるため、色バリエーションが豊富であることも特徴である。また、複数の発光色を組み合わせる混色によってさまざまな色の発光を実現できる可能性が高いことも特徴である。

【発明が解決しようとする課題】 緑~赤色については、アルミニウムキレートなる緑色発光材料にドーパントを導入することにより緑~赤の発光が可能である。また、アルミニウムキレートはガラス転移点温度が 180℃ と高く耐熱性や寿命性能において優れた特性が実現されている。ところで有機 EL 素子において、表示パネルの多色化やフルカラー化の要求や、或いは液晶ディスプレイなどのバックライトとしての使用などに応えるために白色発光を実現することに対する要望が強い。しかし、高輝度・高効率発光が可能で、かつ高耐久性という要件を満たす白色発光有機材料はまだ得られていない。このため、補色関係にある 2 つの光を用いて白色発光を実現する試みが始まっているが、補色によって白色を構成するために重要な青色発光材料も特性は十分でない。本発明の目的は、青色発光素子を高効率化・長寿命化し、純度

の高い白色光を効率良くかつ安定に得ることの可能な有機 EL 素子を提供することである。

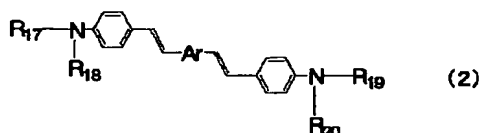
【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明は、ドーパ材料が添加された発光層を複数層有し、そのうち第 1 発光層が、上記一般式 (1) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料として、該ホスト材料中にドーパ材料が添加されて構成されている。上記式 (1) に示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体は、ガラス転移点温度が 160℃ 以上と耐熱性が高く、かつ発光極大波長が 480~500 nm と青色の発光を有し、それ自体を発光層に用いても高効率な青発光を得ることができる。本発明において前記一般式 (1) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体は、例えば 1, 3, 5-トリピレニルベンゼンである。さらに、本発明では、上記第 1 発光層とは別にドーパ材料が添加された第 2 発光層を備え、この第 2 発光層は、第 1 発光層と異なる発光色を有し、第 1 発光層と第 2 発光層との組み合わせで白色発光を実現する事ができる。本発明において、この第 2 発光層は前記 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を含み第 1 発光層との組み合わせで白色発光を示し、或いは、前記 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を含まず第 1 発光層とで白色発光を示す。本発明の他の態様において、上記第 2 発光層は正孔輸送層と前記第 1 発光層との層間、又は電子輸送層と第 1 発光層との層間に設けることを特徴とする。第 2 発光層は、例えば正孔輸送材料或いは電子輸送材料をホスト材料とし、このホスト材料に所定発光色素をドーパすることで構成できる。有機 EL 素子をこのような構成とすることで、第 1 発光層に近接した層、例えば正孔輸送層又は電子輸送層での不要な発光を防止することができ、その分発光効率の向上が可能となって長寿命化に一層寄与できると共に、混色により発光色を得ることができ多種の発光色を得ることができる。本発明の他の態様に係る有機 EL 素子では、青色ドーパ材料のエネルギーギャップは、これがドーパされる前記一般式 (1) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体のエネルギーギャップと同等以下であることを特徴とする。ドーパ材料とホスト材料のエネルギーギャップをこのような関係とすることで、ドーパ材料を選択的に発光させ、ホスト材料の発光が抑制され、発光効率を向上させ、長寿命化を達成する。本発明のその他の態様において、発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式 (1)

【化 6】



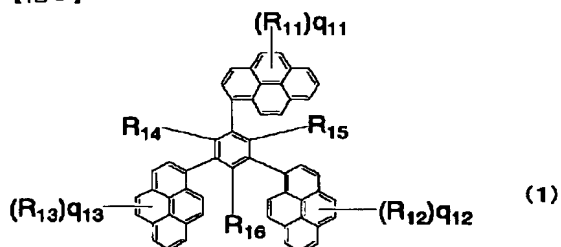
(但し、式中の $R_{11} \sim R_{16}$ は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$ は0～9の整数)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中にドーブ材料として下記一般式(2)

【化7】



(但し、式中の $R_{17} \sim R_{20}$ はアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシル基であり、 $A_r$ は置換基を有する若しくは有しないアリーレン基)で示されるジスチリルアミン誘導体が添加された第1発光層より構成されていることを特徴とする。本発明のその他の態様において、発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式(1)

【化8】



(但し、式中の $R_{11} \sim R_{16}$ は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$ は0～9の整数)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中に前記ホスト材料のエネルギーギャップよりも狭いエネルギーギャップを有するドーブ材料が添加された第1発光層より構成されていることを特徴とする。

【発明の実施の形態】以下この発明の好適な実施の形態(以下実施形態という)について説明する。

〔実施形態1〕実施形態1に係る有機EL素子は、発光層が多層構造を有し、少なくとも第1発光層と第2発光層とを有し、この2つの組み合わせにより発光色を形成することができる。第1発光層は、後述の比較例1と同様に一般式(1)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、青色ドーブ材料を添加した青色発光層である。一方、第2発光層は、赤色、橙色などの発光色素がドーブされて構成されている。第2発光層の第1の態様としては、ホスト材料として上記

10

20

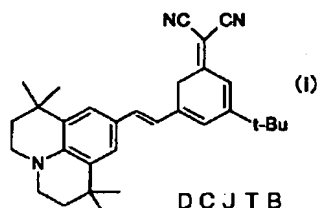
40

50

6

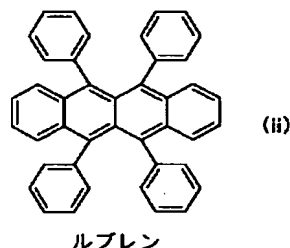
第1発光層と同じ一般式(1)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を用いる。また、ドーブ材料としては下記化学式(i)

【化9】



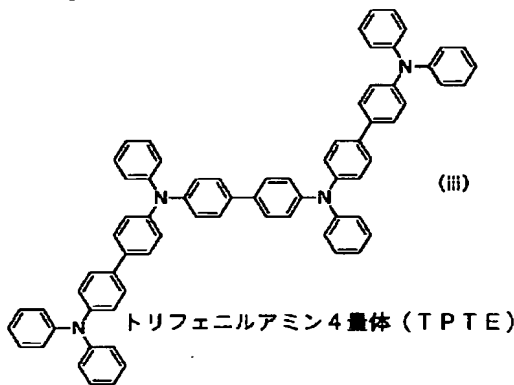
に示され赤色発光色素であるDCJT Bや、その他ジピニルキノリン系の橙系発光色素、下記化学式(ii)

【化10】



に示されるルブレン等の黄色系発光色素などを採用する。この場合に、第2発光層は、例えば電子輸送層と第1発光層との間に設けられる。また第2発光層の第2の態様では、例えば下記式(iii)

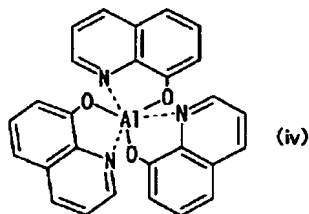
【化11】



に示されるトリフェニルアミン4量体(TPTE)など正孔輸送材料をホスト材料とし、上記DCJT Bなどの発光色素をドーブ材料として採用する。この場合、第2発光層は、正孔輸送層と第1発光層との層間に正孔輸送ドーブ層として形成され、正孔輸送層の形成後、同じ正孔輸送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた色素をドーブ材料として導入する。正孔輸送材料に導入されたドーブ材料の機能メカニズムは以下の通りである。陽極から正孔注入層を介して有機層内に注入された正孔は、正孔輸送層を移動し発光層まで注入される。一方、陰極から注入された電子は電子輸送層を移動し発光層まで到達し、正孔輸送層から注入された正孔と再結合

し発光する。ここで発光層が第1発光層のような材料を用いた青色発光層の場合エネルギーギャップが大きく、正孔輸送材料とほぼ同じ数値を示す。つまり、正孔輸送層とこの青色発光層との層間のエネルギー障壁が小さいため、発光層に移動してきた電子は、発光層から正孔輸送層に注入されてしまうことになる。従って、正孔輸送層内においても正孔と電子の再結合が起こり正孔輸送層が発光してしまう。第2発光層の第2の態様によれば、第1発光層と正孔輸送層との間に正孔輸送ドーブ層を積極的に形成することとなり、ここでは、正孔輸送材料を

発光せずにドーブ材料を選択的に発光させることができる。従って、正孔輸送材料が発光することによる発光効率低下を抑制でき、素子の発光効率上昇を図ることが可能となる。第2発光層の第3の態様では、例えば下記化学式 (iv)



アルミニウムキノリン (Alq)

に示されるようなアルミニウムキノリン (Alq) などの電子輸送材料をホスト材料とし、上記DCJTbなどの発光色素をドーブ材料として導入する。この場合、第2発光層は、電子輸送層と第1発光層との層間に電子輸送ドーブ層として形成され、第1発光層の形成後、電子輸送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた色素をドーブ材料として導入する。電子輸送層に導入されたドーブ材料の機能メカニズムは以下の通りである。陽極から正孔注入層を介して有機層内に注入された正孔は、正孔輸送層を移動し発光層まで注入される。一方、陰極から注入された電子は電子輸送層を移動するが、ドーブ材料が導入されていることによって電子の移動度は低下する。この結果、正孔と電子の再結合領域が発光層と電子輸送層界面近傍に位置することとなり、電子の正孔輸送層への注入確率が低減され正孔輸送材料が発光が抑制される。従って、この場合も正孔輸送材料が発光することによる発光効率低下を抑制でき、素子の発光効率上昇を図ることが可能となる。なお、各発光層は、ホスト材料中にドーブ材料を導入した構成を備えているが、選択するドーブ材料は、ホスト材料を発光させることなくドーブ材料が選択的に発光するためには、そのエネルギーギャップが、ホスト材料のエネルギーギャップと同程度かそれより狭いことが必要である。またこのようにホストの発光を抑制することで、素子の発光効率はより向上し、長寿命化を達成することが可能となる。以上に説明したような第1及び第2発光層を備える発光層に対し、

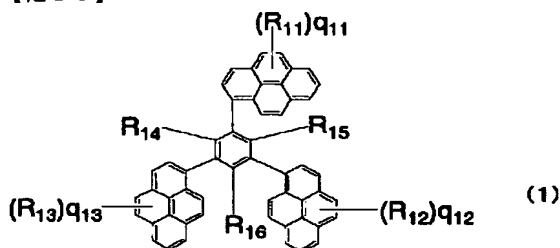
陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入されると上記化学式 (2) に示される有機化合物に起因した青色発光が第1発光層 (青色発光層) で得られ、また第2発光層にドーブした色素に起因した色の発光が第2発光層で得られる。この2色が対応する第1及び第2発光層で得られることで本実施形態1に係る有機EL素子は、様々な発光色を実現する。

【実施形態2】実施形態2に係る有機EL素子は、発光層が多層構造を有し、少なくとも第1発光層と第2発光層とを有し、この2つの組み合わせにより白色発光を示す。第1発光層は、後述の比較例1と同様に一般式

(1) で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、上記一般式 (2) で示されるアミンジスチルアミン誘導体がドーブ材料として導入された青色発光層である。本実施形態に係る有機EL素子において、発光層は、ホスト材料として下記一般式

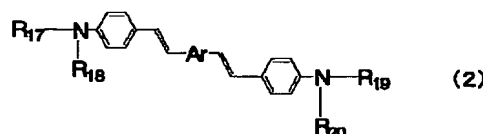
(1)

【化13】



で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を用いる。ドーブ材料 (青色発光色素) としては、下記一般式 (2)

【化14】

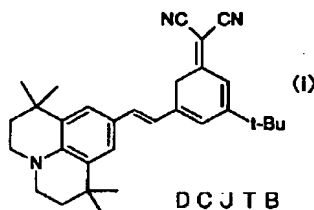


で示されるアミンジスチルアミン誘導体を用いる。ドーブ材料は、上記ホスト材料中に例えば0.1wt%~10wt%程度添加されている。このような発光層に対し、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入されると正孔と電子が上記化合物 (1) 中で再結合し励起子が生成され、そのエネルギーが上記青色色素に移動し、この色素に起因した青色発光が得られる。上記一般式

(1) で表される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体は安定な材料であり、この化合物にドーブ材料として、上記一般式 (2) に示されるアミンジスチルアミン誘導体をドーブすることにより、発光効率が非常に向上する。このため、発光させるための投入エネルギーを小さくすることができ、高輝度かつ長寿命の素子を実現することができる。さらに、ドーブ材料として、アミン水素のないジスチルアミン誘導体を採用すると、分子中から反応性の高いアミン水素を除くことができる。ア

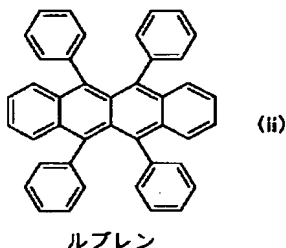
ミン水素を構造内に含む化合物を、ドーブ材料に用いると発光層の劣化が促進される場合があるが、本発明のようにアミン水素のない一般式 (2) で示される化合物をドーブ材料として用いることで、輝度低下が非常に小さく、素子の寿命を飛躍的に上昇させることができる。さらに、上記一般式 (1) 及び (2) に示されるいずれの化合物も安定、特に高温条件下での安定性が高く、有機 EL 素子が高温の環境にさらされる場合であっても長寿命を維持できる。一方、第 2 発光層は、第 1 発光層からの青色と赤色、橙色などの発光色を示し、本実施形態ではホスト材料中に発光色素がドーブされて構成されている (但し、単独材料で発光する材料を用いることも可能)。第 2 発光層の第 1 の態様としては、ホスト材料として上記第 1 発光層と同じ一般式 (1) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を用いる。また、ドーブ材料としては下記化学式 (i)

## 【化 1 5】



に示され赤色発光色素である DCJT B や、その他ジピニルキノリン系の橙系発光色素、下記化学式 (ii)

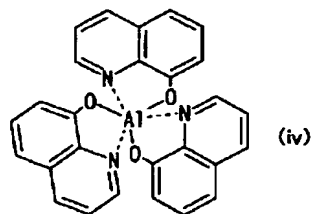
## 【化 1 6】



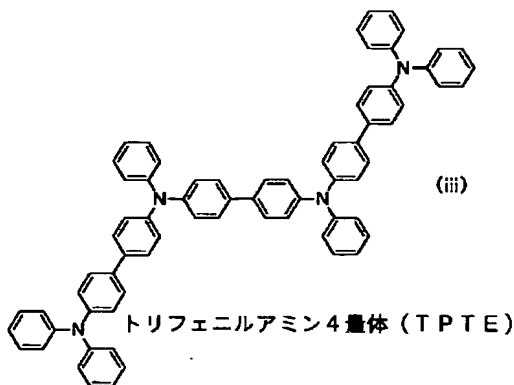
に示されるルブレン等の黄色系発光色素などを採用する。この場合に、第 2 発光層は、例えば電子輸送層と第 1 発光層との間に設けられる。また第 2 発光層の第 2 の態様では、例えば下記式 (iii)

## 【化 1 7】

## 40 【化 1 8】



に示されるようなアルミニウムキノリン (Alq) などの電子輸送材料をホスト材料とし、上記 DCJT B などの



に示されるトリフェニルアミン 4 量体 (TPTE) など正孔輸送材料をホスト材料とし、上記 DCJT B などの発光色素をドーブ材料として採用する。この場合、第 2 発光層は、正孔輸送層と第 1 発光層との層間に正孔輸送ドーブ層として形成され、正孔輸送層の形成後、同じ正孔輸送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた色素をドーブ材料として導入する。正孔輸送材料に導入されたドーブ材料の機能メカニズムは以下の通りである。陽極から正孔注入層を介して有機層内に注入された正孔は、正孔輸送層を移動し発光層まで注入される。一方、陰極から注入された電子は電子輸送層を移動し発光層まで到達し、正孔輸送層から注入された正孔と再結合し発光する。ここで発光層が第 1 発光層のような材料を用いた青色発光層の場合エネルギーギャップが大きく、正孔輸送材料とほぼ同じ数値を示す。つまり、正孔輸送層とこの青色発光層との層間のエネルギー障壁が小さいため、発光層に移動してきた電子は、発光層から正孔輸送層に注入されてしまうことになる。従って、正孔輸送層内においても正孔と電子の再結合が起こり正孔輸送層が発光してしまう。第 2 発光層の第 2 の態様によれば、第 1 発光層と正孔輸送層との間に正孔輸送ドーブ層を積極的に形成することとなり、ここでは、正孔輸送材料を発光せずにドーブ材料を選択的に発光させることができる。従って、正孔輸送材料が発光することによる発光効率低下を抑制でき、素子の発光効率上昇を図ることが可能となる。第 2 発光層の第 3 の態様では、例えば下記化学式 (iv)

発光色素をドーブ材料として導入する。この場合、第2発光層は、電子輸送層と第1発光層との層間に電子輸送ドーブ層として形成され、第1発光層の形成後、電子輸送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた色素をドーブ材料として導入する。電子輸送層に導入されたドーブ材料の機能メカニズムは以下の通りである。陽極から正孔注入層を介して有機層内に注入された正孔は、正孔輸送層を移動し発光層まで注入される。一方、陰極から注入された電子は電子輸送層を移動するが、ドーブ材料が導入されていることによって電子の移動度は低下する。この結果、正孔と電子の再結合領域が発光層と電子輸送層界面近傍に位置することとなり、電子の正孔輸送層への注入確率が低減され正孔輸送材料の発光が抑制される。従って、この場合も正孔輸送材料が発光することによる発光効率低下を抑制でき、素子の発光効率上昇を図ることが可能となる。なお、各発光層は、ホスト材料中にドーブ材料を導入した構成を備えているが、選択するドーブ材料は、ホスト材料を発光させることなくドーブ材料が選択的に発光するためには、そのエネルギーギャップが、ホスト材料のエネルギーギャップと同程度かそれより狭いことが必要である。またこのようにホストの発光を抑制することで、素子の発光効率はより向上し、長寿命化を達成することが可能となる。以上に説明したような第1及び第2発光層を備える発光層に対し、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入されると上記化学式(2)に示される有機化合物に起因した青色発光が第1発光層(青色発光層)で得られ、また第2発光層にドーブした色素に起因した色の発光が第2発光層で得られる。両発光層で得られる発光色を補色関係にすれば、この2色が対応する第1及び第2発光層で得られることで本実施形態に係る有機EL素子は、白色発光が実現される。

〔本発明の有機化合物〕次に、上記一般式(1)の1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体について説明する。式中、 $R_{11}$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{13}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$ は置換基を表す。置換基としては例えば、アルキル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10であり、例えばメチル、エチル、*iso*-プロピル、*tert*-ブチル、*n*-オクチル、*n*-デシル、*n*-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロベンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばビニル、アリル、2-ブテンニル、3-ペンテンニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であ

り、例えばフェニル、*p*-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~10であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジェチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる。)、アリールオキシ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルオキシ、1-ナフチルオキシ、2-ナフチルオキシなどが挙げられる。)、ヘテロアリールオキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジルオキシ、ピラジロキシ、ピリミジルオキシ、キノリルオキシなどが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリールオキシカルボニル基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、アリールオキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニルオキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファ

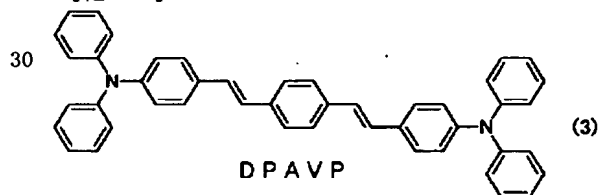


モイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、ヘテロアリールチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジルチオ、2-ベンズイミゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシ基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、チエニル、ピペリジル、モル

ホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリル、カルバゾリル基、アゼビニル基などが挙げられる。)、シリル基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~24であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。))などが挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよい。 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ は好ましくはアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシ基であり、より好ましくは、アルキル基、アリール基であり、さらに好ましくは、アリール基である。 $q_{11}$ 、 $q_{12}$ 、 $q_{13}$ は0~9の整数を表す。 $q_{11}$ 、 $q_{12}$ 、 $q_{13}$ は好ましくは0~3であり、より好ましくは0~2であり、さらに好ましくは0、1である。 $R_{14}$ 、 $R_{15}$ 、 $R_{16}$ は好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基である。次に、上記一般式

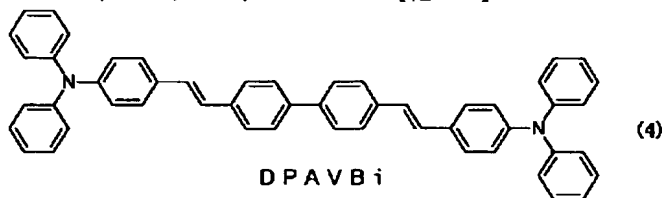
(2)のアミン水素の無いジスチリルアミン誘導体について説明する。式中Arは置換基を有する若しくは有しないアリーレン基である。 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$ 、 $R_{20}$ は、アルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシ基であり、好ましくは、アルキル基、アリール基であり、さらに好ましくは、アリール基である。水素である場合は、反応性が高いため、材料劣化が促進され、輝度低下が大きいので好ましくない。以上説明した一般式(2)に示されるアミン水素の無いジスチリルアミン誘導体としては、具体的には、下記化学式(3)

【化19】



に示すような1, 4-ビス-[2-[4-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-フェニル(DPAVP)、下記化学式(4)

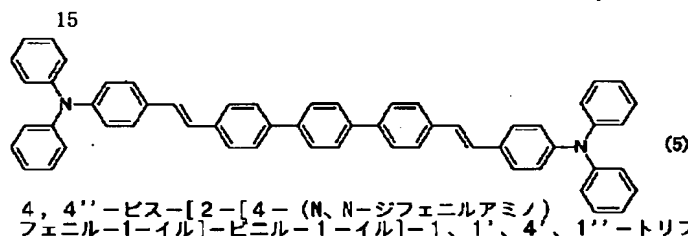
【化20】



に示すような4, 4'-ビス-[2-[4-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-1, 1'-ビフェニル(DPAVB i)(特開平

11-54271号公報参照)、下記化学式(5)

【化21】

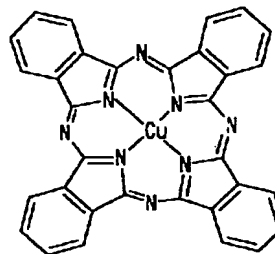


に示すような4, 4'-ビス-[2-[4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-1, 1', 4', 1''-トリフェニル等が挙げられる。

【実施例】【実施例1】実施例1として、互いに補色関係の発光色を示す青色発光層（第1発光層）と赤色発光層（第2発光層）との積層構造を備えた白色発光を示す有機EL素子を作製した。青色発光層は、1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを宿主材料とし、ドープ材料としては化学式（4）に示される4, 4'-ビス-[2-[4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-1, 1'-ビフェニル（DPAVB i）を用いた。赤色発光層は、同じく1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを宿主材料とし、ドープ材料としては上記（i）に示されるDCJT Bを用いた。図2は、実施例1に係る有機EL素子の構造を示している。ガラス基板101上には、透明電極102として、150nm程度の厚さのITO電極が形成されている。透明電極102上には、正孔注入層201として銅フタロシアニンを真空蒸着法により20nm形成した。その上に正孔輸送層202としてTPTEを真空蒸着法により40nm形成した。次に発光層400として、ここでは、青色発光層402及び赤色発光層403をこの順に形成した。青色発光層402は、宿主材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ゲスト材料には青色蛍光色素として機能する上記化学式（4）に示されるDPAVB iを用い、真空蒸着法により上記宿主材料中にDPAVB iを3wt%を添加して10nmの厚さに形成した。赤色発光層403は、宿主材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料には赤色蛍光色素として機能するDCJT Bを用い、真空蒸着法により上記宿主材料中にDCJT Bを2wt%を添加して30nmの厚さに形成した。赤色発光層403の上には、電子輸送層205としてとしてAlqを20nmの厚さに真空蒸着法によって形成した。また、電子輸送層205の上には、比較例1と同様にLiF層301を0.5nm成膜し、その上に金属電極302としてAl電極を100nm成膜し、白色発光素子を得た。図1を参照して比較例1に係る有機EL素子の構造を説明する。ガラス基板101上に、透明電極102として150nm程度の厚さのITO電極をスパッタリングにより形成した。なお、基板は、ガラスの他、可視光に対して透明性を有した基板が採用できる。透明電極102としては、上記ITOの他、インジウム-亜鉛の酸化物が

採用可能であり、電極の膜厚は、100nm～1μm程度であり、好ましくは本実施例において採用した150nm程度である。透明電極102上には、正孔注入層201として下記化学式

【化22】



銅フタロシアニン（CuPc）

で示される銅フタロシアニン（CuPc）を真空蒸着法により20nm形成した。正孔注入層201の上には、次に正孔輸送層202として上記式（iii）に示されるようなトリフェニルアミン4量体（TPTE）を真空蒸着法により40nm形成した。正孔輸送層202の上には発光層400を真空蒸着法により40nmの厚さに形成した。この発光層400は、宿主材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用いた発光層401である。また、この発光層401の上には、電子輸送層205としてアルミニウムキノリン（Alq）を真空蒸着法によって20nmの厚さに形成した。この例において正孔注入層201から電子輸送層205までは共に有機層であり、この有機層を形成した後、電子輸送層205の上にLiF層301を0.5nm成膜し、その次に金属電極（ここでは陰極）302としてAl電極を100nm成膜し、青色発光素子を得た。得られた素子を85℃環境で高温作動試験した時の輝度劣化特性を図3に示す。また、図3には、上記比較例2（発光層に1, 3, 5-トリピレニルベンゼンのみの使用）の素子も示している。図3からわかるように比較例2の輝度半減寿命が100時間未満であるのに対し、本実施例1に係る有機EL素子の輝度半減寿命は1000時間を遙かに上回っており、寿命は20倍以上と飛躍的に延びていることがわかる。なお、赤色発光層にドープする赤色色素としては、実施例1ではDCJT Bを採用したが、これ以外にも、ジピリルキノリン系の材料（発光色：橙系）を用いたり、ルブレン（発光色：黄系）を用いても長寿命の白色発光を実現できる。またもちろん、青色と補色を成す他の新規の色素を用いて白色発光を得ることも可能である。

〔実施例 2〕実施例 2 として、上記実施例 1 と同様に補色関係の発光色を示す青色発光層（第 1 発光層）と、正孔輸送機能を備えた赤色発光層（第 2 発光層）とを備えた有機 EL 素子を作製した。青色発光層には、ホスト材料として 1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料としては DPAVB i を用い、赤色発光層には、正孔輸送材料である TPTE をホスト材料とし、ドープ材料として DCJT B を用いた。そして、この 2 つの層から得られる青色と赤色の補色により、有機 EL 素子は白色発光を示した。図 4 は、この実施例 2 に係る素子の構成を示している。ガラス基板 101 上に ITO 電極を 150 nm 程度の厚さに形成し、この上に正孔注入層 201 として銅フタロシアニンが真空蒸着法により 20 nm の厚さに形成する。この正孔注入層 201 の上には正孔輸送層 202 として TPTE を真空蒸着法により 20 nm の厚さに形成する。また、続いて、赤色発光層を構成する正孔輸送ドーピング層 405 として TPTE に DCJT B を 2 wt % を添加した層を真空蒸着法によって 20 nm の厚さに形成した。正孔輸送ドーピング層 405 の上には、真空蒸着法により 40 nm の厚さに青

色発光層 402 を形成した。この青色発光層 402 は、ホスト材料に 1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料に蛍光色素として機能する DPAVB i を用い、上記ホスト材料中にこの DPAVB i を 5.0 wt % 添加した。青色発光層 402 の上には、電子輸送層 205 として Alq を 20 nm 真空蒸着法によって形成した。また、電子輸送層 205 の上には、他の実施例と同様に、LiF 層 301 を 0.5 nm 成膜し、その次に Al 電極 302 を 100 nm 成膜した。以上のようにして得られた素子は、白色発光を示した。図 5 は、この素子のエネルギーバンドを示している。正孔輸送層 202 に用いた TPTE に赤色色素として DCJT B をドープした場合、図 5 からわかるように、青色発光層においても、赤色発光層（正孔輸送ドーブ層）のいずれにおいてもドープ材料のエネルギーギャップがホスト材料のギャップ以下である。従って、青色光と赤色光が各層からそれぞれ得られ、この 2 色が混色することで有機 EL 素子から射出される光は白色となる。実施例 2 の素子に対し 85℃環境で高温作動試験した時の輝度劣化特性は、上述の図 3 に示している。実施例 2 の素子は、比較例 2 の素子と比べると 20 倍以上と著しく輝度半減寿命が向上しており、さらに上記実施例 1 の素子よりもさらに寿命が延びていることがわかる。また、赤色発光層である正孔輸送ドーブ層 405 にドープする色素としては、上記 DCJT B の他、ジビニルキノリン系の材料（発光色：橙系）、上記ルブレン（発光色：黄系）などの既存もしくは新規の色素を採用することで白色発光を得ることも可能である。

〔実施例 3〕実施例 3 の有機 EL 素子は、上記実施例 1 及び 2 と同様に補色関係の発光色を示す青色発光層（第

1 発光層）と赤色光層（第 2 発光層）を備え、そのうちの赤色発光層が電子輸送機能を備えている。実施例 3 において青色発光層は、ホスト材料として 1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料としては青色色素である DPAVB i を用いた。一方赤色発光層は、電子輸送機能を備えた Alq をホスト材料とし、ドープ材料としては、赤色色素である DCJT B を用い、長寿命の白色素子を達成した。図 6 は、実施例 3 に係る有機 EL 素子の構成を示している。上述の実施例と同様に、ガラス基板 101 上に 150 nm 程度の厚さの ITO 電極 102 を形成し、その上には CuPc を用いた正孔注入層 201 を真空蒸着法により 20 nm の厚さに形成した。正孔輸送層 202 は TPTE を真空蒸着法により 40 nm 形成した。正孔輸送層 202 上には、青色発光層 402 及び赤色発光層（電子輸送ドーブ層）406 から構成される多層構造の発光層 400 を形成した。青色発光層 402 は、ホスト材料として 1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、蛍光色素（青色）として DPAVB i を用い、この DPAVB i を 2.0 wt % ホスト材料中に添加した。またこの青色発光層 402 は真空蒸着法によって 20 nm の厚さに形成した。青色発光層 402 上には、赤色発光層を構成する電子輸送ドーブ層 406 として、ホスト材料に電子輸送性の Alq を用い、ドープ材料としては赤色色素の DCJT B を用い、Alq 中にこの DCJT B を 5 wt % を添加した。この電子輸送ドーブ層 406 は、真空蒸着法により 20 nm の厚さに形成した。続いて、さらに、電子輸送層 205 として Alq を 20 nm 真空蒸着法によって形成した。電子輸送層 205 の上には、他の実施例同様、LiF 層 301 を 0.5 nm 成膜し、その次に Al 電極 302 を 100 nm 成膜した。得られた有機 EL 素子は、白色発光を示した。図 7 は、本実施例 3 の有機 EL 素子のエネルギーバンドを示しており、青色発光層及び赤色発光層（電子輸送ドーブ層）のいずれからそれぞれ青色発光と赤色発光が得られることがわかる。図 8 は、得られた実施例 3 に係る有機 EL 素子を 85℃環境で高温作動試験した時の輝度劣化特性を示す。図 8 より比較例 1 で説明した比較例 2 の素子の輝度半減寿命に対し、本実施例 3 の素子の輝度半減寿命も他の実施例同様に 20 倍以上と飛躍的に向上していることがわかる。また、本実施例 3 においても、電子輸送性ホスト材料にドープして発光させることの可能な色素としては、上記 DCJT B 以外に、ジビニルキノリン系の材料（発光色：橙系）や、ルブレン（発光色：黄系）などの他、青色と補色関係にある発光色を示す新規の色素を用いることによっても白色発光を得ることも可能である。

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、有機 EL 素子において、上記一般式（1）で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を発光層のホスト材料として用いると共に、このホスト材料中にドープ材

料をドーピングした。青色発光層（第1発光層）と、ドーピング材料を添加した発光層（第2発光層）とを組合せて素子を形成することで高効率で長寿命の発光素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の比較例1に係る有機EL素子の構造を示す図である。

【図2】 実施例1に係る有機EL素子の構造を示す図である。

【図3】 実施例1及び2と比較例2の各有機EL素子の輝度低下特性を示す図である。

【図4】 実施例2に係る有機EL素子の構造を示す図である。

【図5】 実施例2に係る有機EL素子のエネルギーダイアグラムである。

【図6】 実施例3に係る有機EL素子の構造を示す図である。

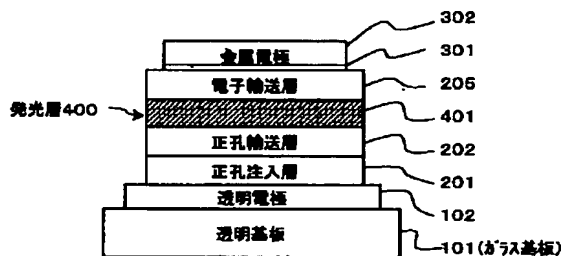
【図7】 実施例3に係る有機EL素子のエネルギーダイアグラムである。

【図8】 実施例3と比較例2の各有機EL素子の輝度低下特性を示す図である。

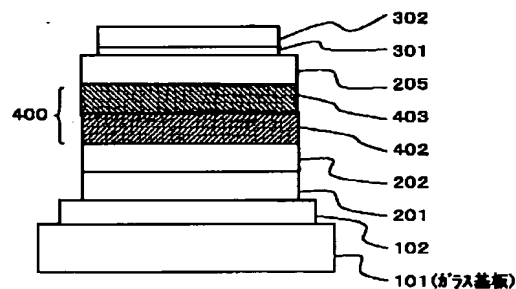
【符号の説明】

101 透明基板（ガラス基板）、102 透明電極（陽極）、201 正孔注入層、202 正孔輸送層、205 電子輸送層、301 LiF層、302 金属電極（陰極）、400 発光層、401、402 青色発光層（第1発光層）、403 赤色発光層（第2発光層）、405 赤色発光層（正孔輸送ドーピング層）、406 赤色発光層（電子輸送ドーピング層）。

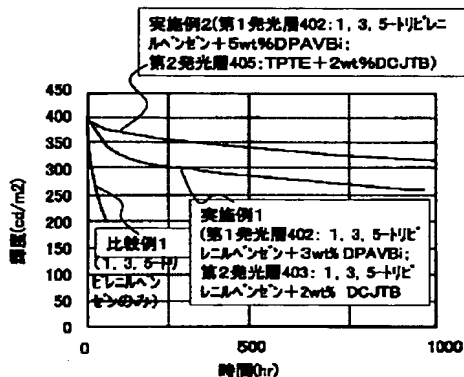
【図1】



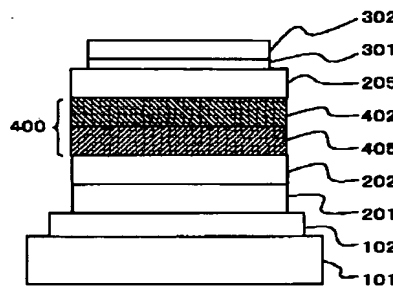
【図2】



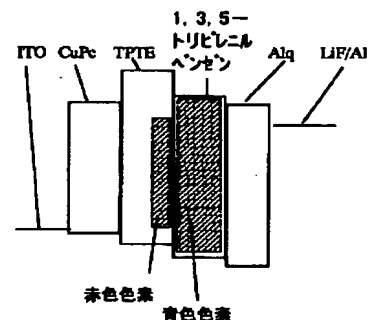
【図3】



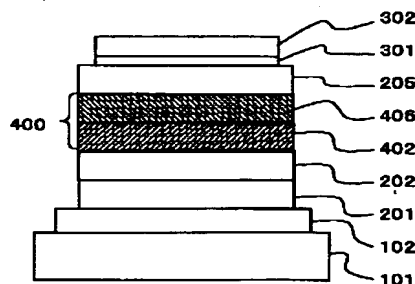
【図4】



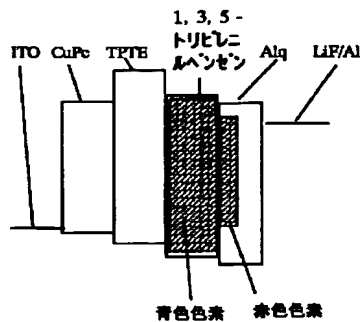
【図5】



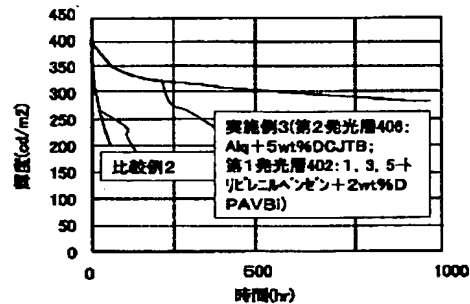
【図6】



【図 7】



【図 8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 13 年 6 月 7 日 (2001. 6. 7)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

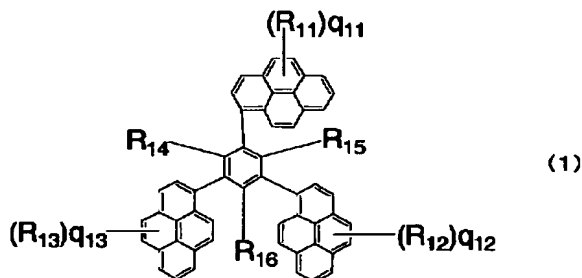
【書類名】明細書

【発明の名称】有機電界発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ドープ材料が添加された発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式 (1)

【化 1】



(但し、式中の  $R_{11} \sim R_{16}$  は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$  は 0 ~ 9 の整数) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中にドープ材料が添加された第 1 発光層より構成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

さらに、前記第 1 発光層と異なる発光色を有するドープ材料が添加された第 2 発光層を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

さらに、前記 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体

を含む第 2 発光層を有し、

前記第 1 発光層と、該第 2 発光層との組み合わせで、白色発光することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

さらに前記 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を含まない第 2 発光層を有し、

前記第 1 発光層と該第 2 発光層との組み合わせで、白色発光することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の有機電界発光素子において、

前記第 2 発光層は正孔輸送層と前記第 1 発光層との層間に設けられていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 6】 請求項 4 又は請求項 5 に記載の有機電界発光素子において、

前記第 2 発光層は、正孔輸送層材料をホスト材料とし、このホスト材料中にドープ材料として発光色素が導入されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の有機電界発光素子において、

前記ドープ材料のエネルギーギャップは、前記ホスト材料である正孔輸送材料のエネルギーギャップよりも狭いことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 8】 請求項 4 に記載の有機電界発光素子において、

前記第 2 発光層は電子輸送層と前記第 1 発光層との層間に設けられていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の有機電界発光素子において、

前記第 2 発光層は、電子輸送層材料をホスト材料とし、このホスト材料中にドープ材料として発光色素が導入されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の有機電界発光素子において、

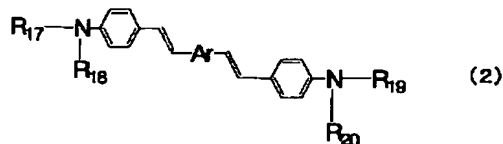
前記ドーパ材料のエネルギーギャップは、前記ホスト材料である電子輸送材料のエネルギーギャップよりも狭いことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 11】 請求項 1～請求項 10 のいずれかに記載の有機電界発光素子において、

前記第 1 発光層においてドーパ材料は、下記一般式

(2)

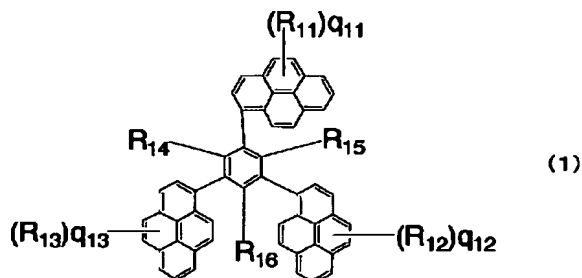
【化 2】



(但し、式中の  $R_{17} \sim R_{20}$  はアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシル基であり、 $Ar$  は置換基を有する若しくは有しないアリーレン基) で示されるジスチリルアミン誘導体であることを特徴とする有機電界発光素子。

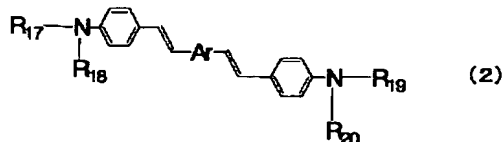
【請求項 12】 発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式 (1)

【化 3】



(但し、式中の  $R_{11} \sim R_{16}$  は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$  は 0～9 の整数) で示される 1, 3, 5-トリフェニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中にドーパ材料として下記一般式 (2)

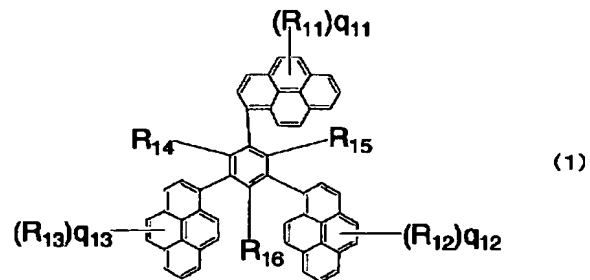
【化 4】



で示されるジスチリルアミン誘導体 (但し、式中の  $R_{17} \sim R_{20}$  はアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシル基であり、 $Ar$  は置換基を有する若しくは有しないアリーレン基) が添加された第 1 発光層より構成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 13】 発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式 (1)

【化 5】



(但し、式中の  $R_{11} \sim R_{16}$  は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$  は 0～9 の整数) で示される 1, 3, 5-トリフェニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中に前記ホスト材料のエネルギーギャップよりも狭いエネルギーギャップを有するドーパ材料が添加された第 1 発光層より構成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機電界発光素子 (以下、有機 EL (エレクトロルミネッセンス) 素子) に関し、この有機 EL 素子は、例えば、薄膜型ディスプレイの各発光画素や、照明器具などに適用可能である。

【0002】

【従来の技術】 有機 EL 素子は、自己発光のため、視認性に優れ、かつ数ボルト (V) ～数十 V の低電圧駆動が可能のため駆動回路を含めた装置とした場合の軽量化、低消費電力化が可能である。そこで薄膜型ディスプレイ、照明、バックライトとしての活用が期待できる。また、有機エレクトロルミネッセンス素子は発光材料として有機化合物を用いるため、色バリエーションが豊富であることも特徴である。また、複数の発光色を組み合わせる混色によってさまざまな色の発光を実現できる可能性が高いことも特徴である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 緑～赤色については、アルミニウムキレートなる緑色発光材料にドーパントを導入することにより緑～赤の発光が可能である。また、アルミニウムキレートはガラス転移点温度が 180℃ と高く耐熱性や寿命性能において優れた特性が実現されている。

【0004】 ところで有機 EL 素子において、表示パネルの多色化やフルカラー化の要求や、或いは液晶ディスプレイなどのバックライトとしての使用などに応えるために白色発光を実現することに対する要望が強い。しかし、高輝度・高効率発光が可能で、かつ高耐久性という要件を満たす白色発光有機材料はまだ得られていない。このため、補色関係にある 2 つの光を用いて白色発光を実現する試みが始まっているが、補色によって白色を構成するために重要な青色発光材料も特性は十分でない。

【0005】本発明の目的は、青色発光素子を高効率化・長寿命化し、純度の高い白色光を効率良くかつ安定に得ることの可能な有機EL素子を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、ドープ材料が添加された発光層を複数層有し、そのうち第1発光層が、上記一般式(1)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料として、該ホスト材料中にドープ材料が添加されて構成されている。

【0007】上記式(1)に示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体は、ガラス転移点温度が160℃以上と耐熱性が高く、かつ発光極大波長が480～500nmと青色の発光を有し、それ自体を発光層に用いても高効率な青発光を得ることができる。

【0008】本発明において前記一般式(1)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体は、例えば1, 3, 5-トリピレニルベンゼンである。

【0009】さらに、本発明では、上記第1発光層とは別にドープ材料が添加された第2発光層を備え、この第2発光層は、第1発光層と異なる発光色を有し、第1発光層と第2発光層との組み合わせで白色発光を実現することができる。

【0010】本発明において、この第2発光層は前記1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を含み第1発光層との組み合わせで白色発光を示し、或いは、前記1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体含まず第1発光層とで白色発光を示す。

【0011】本発明の他の態様において、上記第2発光層は正孔輸送層と前記第1発光層との層間、又は電子輸送層と第1発光層との層間に設けることを特徴とする。第2発光層は、例えば正孔輸送材料或いは電子輸送材料をホスト材料とし、このホスト材料に所定発光色素をドープすることで構成できる。

【0012】有機EL素子をこのような構成とすることで、第1発光層に近接した層、例えば正孔輸送層又は電子輸送層での不要な発光を防止することができ、その分発光効率の向上が可能となって長寿命化に一層寄与できると共に、混色により発光色を得ることができ多種の発光色を得ることができる。

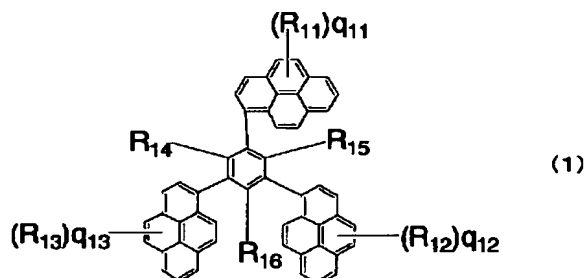
【0013】本発明の他の態様に係る有機EL素子では、青色ドープ材料のエネルギーギャップは、これがドープされる前記一般式(1)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体のエネルギーギャップと同等以下であることを特徴とする。

【0014】ドープ材料とホスト材料のエネルギーギャップをこのような関係とすることで、ドープ材料を選択的に発光させ、ホスト材料の発光が抑制され、発光効率を向上させ、長寿命化を達成する。

【0015】本発明のその他の態様において、発光層を

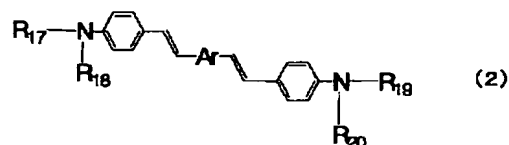
複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式(1)

【化6】



(但し、式中の $R_{11} \sim R_{16}$ は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$ は0～9の整数)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中にドープ材料として下記一般式(2)

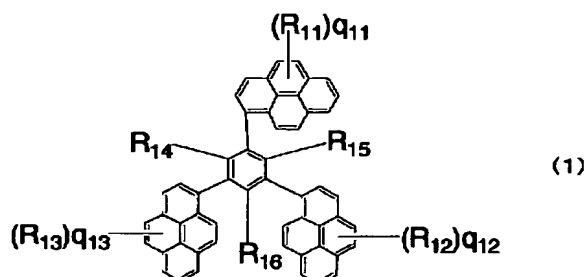
【化7】



(但し、式中の $R_{17} \sim R_{20}$ はアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシル基であり、Arは置換基を有する若しくは有しないアリーレン基)で示されるジスチリルアミン誘導体が添加された第1発光層より構成されていることを特徴とする。

【0016】本発明のその他の態様において、発光層を複数層有し、その内の少なくとも一層が、下記一般式(1)

【化8】



(但し、式中の $R_{11} \sim R_{16}$ は任意の置換基、 $q_{11} \sim q_{13}$ は0～9の整数)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、該ホスト材料中に前記ホスト材料のエネルギーギャップよりも狭いエネルギーギャップを有するドープ材料が添加された第1発光層より構成されていることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下この発明の好適な実施の形態(以下実施形態という)について説明する。

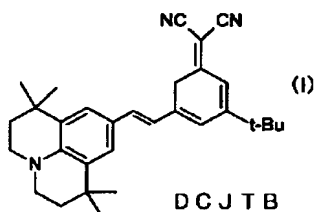
【0018】〔実施形態1〕実施形態1に係る有機EL素子は、発光層が多層構造を有し、少なくとも第1発光層と第2発光層とを有し、この2つの組み合わせにより発光色を形成することができる。

【0019】第1発光層は、後述の比較例1と同様に一般式(1)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、青色ドープ材料を添加した青色発光層である。

【0020】一方、第2発光層は、赤色、橙色などの発光色素がドープされて構成されている。

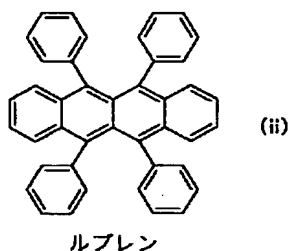
【0021】第2発光層の第1の態様としては、ホスト材料として上記第1発光層と同じ一般式(1)で示される1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を用いる。また、ドープ材料としては下記化学式(i)

【化9】



に示され赤色発光色素であるDCJT Bや、その他ジピレニルキノリン系の橙系発光色素、下記化学式(ii)

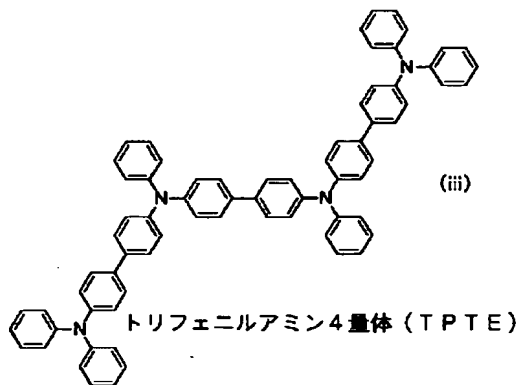
【化10】



に示されるルブレン等の黄色系発光色素などを採用する。この場合に、第2発光層は、例えば電子輸送層と第1発光層との間に設けられる。

【0022】また第2発光層の第2の態様では、例えば下記式(iii)

【化11】

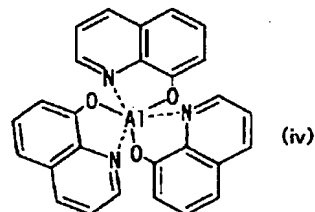


に示されるトリフェニルアミン4量体(TPT E)など正孔輸送材料をホスト材料とし、上記DCJT Bなどの発光色素をドープ材料として採用する。この場合、第2発光層は、正孔輸送層と第1発光層との層間に正孔輸送ドープ層として形成され、正孔輸送層の形成後、同じ正孔輸送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた色素をドープ材料として導入する。

【0023】正孔輸送材料に導入されたドープ材料の機能メカニズムは以下の通りである。陽極から正孔注入層を介して有機層内に注入された正孔は、正孔輸送層を移動し発光層まで注入される。一方、陰極から注入された電子は電子輸送層を移動し発光層まで到達し、正孔輸送層から注入された正孔と再結合し発光する。ここで発光層が第1発光層のような材料を用いた青色発光層の場合エネルギーギャップが大きく、正孔輸送材料とほぼ同じ数値を示す。つまり、正孔輸送層とこの青色発光層との層間のエネルギー障壁が小さいため、発光層に移動してきた電子は、発光層から正孔輸送層に注入されてしまうことになる。従って、正孔輸送層内においても正孔と電子の再結合が起こり正孔輸送層が発光してしまう。第2発光層の第2の態様によれば、第1発光層と正孔輸送層との間に正孔輸送ドープ層を積極的に形成することとなり、ここでは、正孔輸送材料を発光せずにドープ材料を選択的に発光させることができる。従って、正孔輸送材料が発光することによる発光効率低下を抑制でき、素子の発光効率上昇を図ることが可能となる。

【0024】第2発光層の第3の態様では、例えば下記化学式(iv)

【化12】



アルミニウムキノリン(Alq)



に示されるようなアルミウムキノリン (Alq) などの電子輸送材料をホスト材料とし、上記 DCJT B などの発光色素をドープ材料として導入する。この場合、第 2 発光層は、電子輸送層と第 1 発光層との層間に電子輸送ドープ層として形成され、第 1 発光層の形成後、電子輸送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた色素をドープ材料として導入する。電子輸送層に導入されたドープ材料の機能メカニズムは以下の通りである。陽極から正孔注入層を介して有機層内に注入された正孔は、正孔輸送層を移動し発光層まで注入される。一方、陰極から注入された電子は電子輸送層を移動するが、ドープ材料が導入されていることによって電子の移動度は低下する。この結果、正孔と電子の再結合領域が発光層と電子輸送層界面近傍に位置することとなり、電子の正孔輸送層への注入確率が低減され正孔輸送材料の発光が抑制される。従って、この場合も正孔輸送材料が発光することによる発光効率低下を抑制でき、素子の発光効率上昇を図ることが可能となる。

【0025】なお、各発光層は、ホスト材料中にドープ材料を導入した構成を備えているが、選択するドープ材料は、ホスト材料を発光させることなくドープ材料が選択的に発光するためには、そのエネルギーギャップが、ホスト材料のエネルギーギャップと同程度かそれより狭いことが必要である。またこのようにホストの発光を抑制することで、素子の発光効率はより向上し、長寿命化を達成することが可能となる。

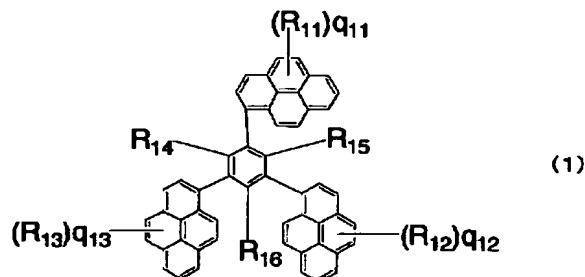
【0026】以上に説明したような第 1 及び第 2 発光層を備える発光層に対し、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入されると上記化学式 (2) に示される有機化合物に起因した青色発光が第 1 発光層 (青色発光層) で得られ、また第 2 発光層にドープした色素に起因した色の発光が第 2 発光層で得られる。この 2 色が対応する第 1 及び第 2 発光層で得られることで本実施形態 1 に係る有機 EL 素子は、様々な発光色を実現する。

【0027】〔実施形態 2〕実施形態 2 に係る有機 EL 素子は、発光層が多層構造を有し、少なくとも第 1 発光層と第 2 発光層とを有し、この 2 つの組み合わせにより白色発光を示す。

【0028】第 1 発光層は、後述の比較例 1 と同様に一般式 (1) で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体をホスト材料とし、上記一般式 (2) で示されるアミンジスチリルアミン誘導体がドープ材料として導入された青色発光層である。

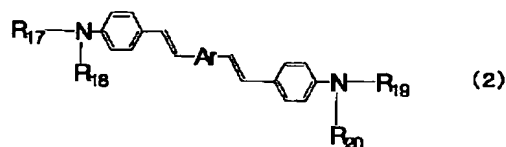
【0029】本実施形態に係る有機 EL 素子において、発光層は、ホスト材料として下記一般式 (1)

【化 1 3】



で示される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を用いる。ドープ材料 (青色発光色素) としては、下記一般式 (2)

【化 1 4】



で示されるアミンジスチリルアミン誘導体を用いる。ドープ材料は、上記ホスト材料中に例えば 0.1 wt % ~ 10 wt % 程度添加されている。このような発光層に対し、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入されると正孔と電子が上記化合物 (1) 中で再結合し励起子が生成され、そのエネルギーが上記青色色素に移動し、この色素に起因した青色発光が得られる。

【0030】上記一般式 (1) で表される 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体は安定な材料であり、この化合物にドープ材料として、上記一般式 (2) に示されるアミンジスチリルアミン誘導体をドープすることにより、発光効率が非常に向上する。このため、発光させるための投入エネルギーを小さくすることができ、高輝度かつ長寿命の素子を実現することができる。さらに、ドープ材料として、アミン水素のないジスチリルアミン誘導体を採用すると、分子中から反応性の高いアミン水素を除くことができる。アミン水素を構造内に含む化合物を、ドープ材料に用いると発光層の劣化が促進される場合があるが、本発明のようにアミン水素のない一般式

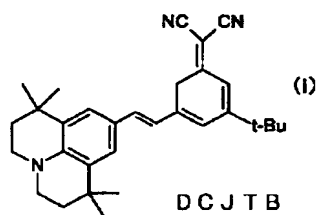
(2) で示される化合物をドープ材料として用いることで、輝度低下が非常に小さく、素子の寿命を飛躍的に上昇させることができる。さらに、上記一般式 (1) 及び (2) に示されるいずれの化合物も安定、特に高温条件下での安定性が高く、有機 EL 素子が高温の環境にさらされる場合であっても長寿命を維持できる。

【0031】一方、第 2 発光層は、第 1 発光層からの青色と赤色、橙色などの発光色を示し、本実施形態ではホスト材料中に発光色素がドープされて構成されている (但し、単独材料で発光する材料を用いることも可能)。

【0032】第 2 発光層の第 1 の態様としては、ホスト材料として上記第 1 発光層と同じ一般式 (1) で示され

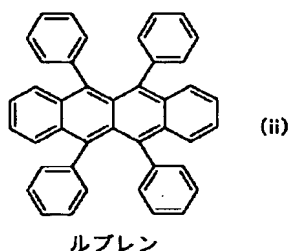
る 1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体を用いる。  
また、ドーブ材料としては下記化学式 (i)

【化 1 5】



に示され赤色発光色素である DCJT B や、その他ジピ  
ニルキノリン系の橙系発光色素、下記化学式 (ii)

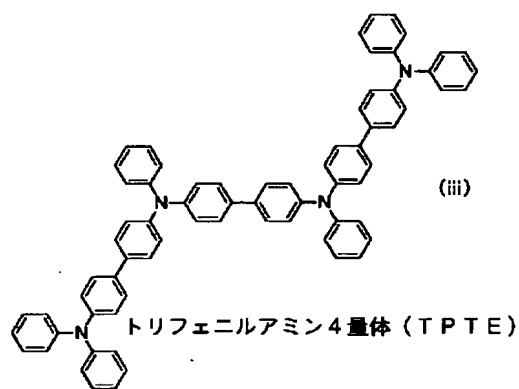
【化 1 6】



に示されるルブレン等の黄色系発光色素などを採用す  
る。この場合に、第 2 発光層は、例えば電子輸送層と第  
1 発光層との間に設けられる。

【0033】また第 2 発光層の第 2 の態様では、例えば  
下記式 (iii)

【化 1 7】



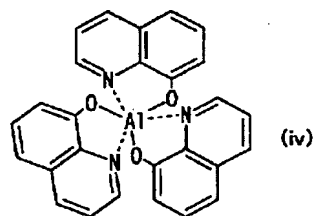
に示されるトリフェニルアミン 4 量体 (TPTE) など  
正孔輸送材料をホスト材料とし、上記 DCJT B などの  
発光色素をドーブ材料として採用する。この場合、第 2  
発光層は、正孔輸送層と第 1 発光層との層間に正孔輸送  
ドーブ層として形成され、正孔輸送層の形成後、同じ正  
孔輸送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた  
色素をドーブ材料として導入する。

【0034】正孔輸送材料に導入されたドーブ材料の機

能メカニズムは以下の通りである。陽極から正孔注入層  
を介して有機層内に注入された正孔は、正孔輸送層を移  
動し発光層まで注入される。一方、陰極から注入された  
電子は電子輸送層を移動し発光層まで到達し、正孔輸送  
層から注入された正孔と再結合し発光する。ここで発光  
層が第 1 発光層のような材料を用いた青色発光層の場合  
エネルギーギャップが大きく、正孔輸送材料とほぼ同じ  
数値を示す。つまり、正孔輸送層とこの青色発光層との  
層間のエネルギー障壁が小さいため、発光層に移動して  
きた電子は、発光層から正孔輸送層に注入されてしまう  
ことになる。従って、正孔輸送層内においても正孔と電  
子の再結合が起こり正孔輸送層が発光してしまう。第 2  
発光層の第 2 の態様によれば、第 1 発光層と正孔輸送層  
との間に正孔輸送ドーブ層を積極的に形成することとな  
り、ここでは、正孔輸送材料を発光せずにドーブ材料を  
選択的に発光させることができる。従って、正孔輸送材  
料が発光することによる発光効率低下を抑制でき、素子  
の発光効率上昇を図ることが可能となる。

【0035】第 2 発光層の第 3 の態様では、例えば下記  
化学式 (iv)

【化 1 8】



アルミニウムキノリン (Alq)

に示されるようなアルミニウムキノリン (Alq) などの  
電子輸送材料をホスト材料とし、上記 DCJT B などの  
発光色素をドーブ材料として導入する。この場合、第 2  
発光層は、電子輸送層と第 1 発光層との層間に電子輸送  
ドーブ層として形成され、第 1 発光層の形成後、電子輸  
送材料をホスト材料として用い、発光目的に応じた色素  
をドーブ材料として導入する。電子輸送層に導入された  
ドーブ材料の機能メカニズムは以下の通りである。陽極  
から正孔注入層を介して有機層内に注入された正孔は、  
正孔輸送層を移動し発光層まで注入される。一方、陰極  
から注入された電子は電子輸送層を移動するが、ドーブ  
材料が導入されていることによって電子の移動度は低下  
する。この結果、正孔と電子の再結合領域が発光層と電  
子輸送層界面近傍に位置することとなり、電子の正孔輸  
送層への注入確率が低減され正孔輸送材料の発光が抑制  
される。従って、この場合も正孔輸送材料が発光するこ  
とによる発光効率低下を抑制でき、素子の発光効率上昇  
を図ることが可能となる。

【0036】なお、各発光層は、ホスト材料中にドーブ  
材料を導入した構成を備えているが、選択するドーブ材

料は、ホスト材料を発光させることなくドープ材料が選択的に発光するためには、そのエネルギーギャップが、ホスト材料のエネルギーギャップと同程度かそれより狭いことが必要である。またこのようにホストの発光を抑制することで、素子の発光効率により向上し、長寿命化を達成することが可能となる。

【0037】以上に説明したような第1及び第2発光層を備える発光層に対し、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入されると上記化学式(2)に示される有機化合物に起因した青色発光が第1発光層(青色発光層)で得られ、また第2発光層にドープした色素に起因した色の発光が第2発光層で得られる。両発光層で得られる発光色を補色関係にすれば、この2色が対応する第1及び第2発光層で得られることで本実施形態に係る有機EL素子は、白色発光が実現される。

【0038】[本発明の有機化合物]次に、上記一般式(1)の1, 3, 5-トリピレニルベンゼン誘導体について説明する。式中、 $R_{11}$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{13}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$ は置換基を表す。置換基としては例えば、アルキル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10であり、例えばメチル、エチル、*iso*-プロピル、*tert*-ブチル、*n*-オクチル、*n*-デシル、*n*-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニル、*p*-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~10であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる。)、アリーロキシ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニロキシ、1-ナフチロキシ、2-ナフチロキシなどが挙げられる。)、ヘテロアリーロキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジロキシ、ピラ

ジロキシ、ピリミジロキシ、キノリロキシなどが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリーロキシカルボニル基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニロキシカルボニルなどが挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、アリーロキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニロキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、ヘテロアリールチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジルチオ、2-ベンズイミゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1~30、

より好ましくは炭素数 1~20、特に好ましくは炭素数 1~12 であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基 (好ましくは炭素数 1~30、より好ましくは炭素数 1~20、特に好ましくは炭素数 1~12 であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基 (好ましくは炭素数 1~30、より好ましくは炭素数 1~20、特に好ましくは炭素数 1~12 であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基 (好ましくは炭素数 1~30、より好ましくは炭素数 1~20、特に好ましくは炭素数 1~12 であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子 (例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシ基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基 (好ましくは炭素数 1~30、より好ましくは炭素数 1~12 であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、チエニル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基などが挙げられる。)、シリル基 (好ましくは炭素数 3~40、より好ましくは炭素数 3~30、特に好ましくは炭素数 3~24 であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。) などが挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよい。

【0039】 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$  は好ましくはアルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシ基であり、より好ましくは、アルキル基、アリール基であり、さらに好ましくは、アリール基である。

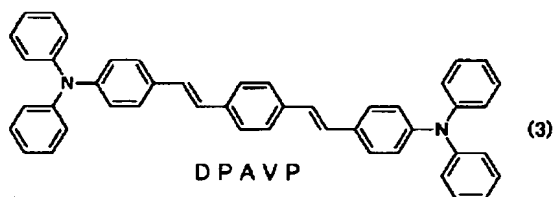
【0040】 $q_{11}$ 、 $q_{12}$ 、 $q_{13}$  は 0~9 の整数を表す。 $q_{11}$ 、 $q_{12}$ 、 $q_{13}$  は好ましくは 0~3 であり、より好ましくは 0~2 であり、さらに好ましくは 0、1 である。

【0041】 $R_{14}$ 、 $R_{15}$ 、 $R_{16}$  は好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基である。

【0042】次に、上記一般式 (2) のアミン水素の無いジスチルアミン誘導体について説明する。式中 Ar は置換基を有する若しくは有しないアリーレン基である。 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$ 、 $R_{20}$  は、アルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシ基であり、好ましくは、アルキル基、アリール基であり、さらに好ましくは、アリール基である。水素である場合は、反応性が高いため、材料劣化が促進され、輝度低下が大きいため好ましくない。

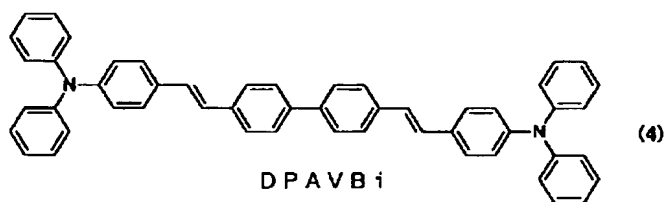
【0043】以上説明した一般式 (2) に示されるアミン水素の無いジスチルアミン誘導体としては、具体的には、下記化学式 (3)

【化 19】



に示すような 1, 4-ビス-[2-[4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-フェニル (DPAVP)、下記化学式 (4)

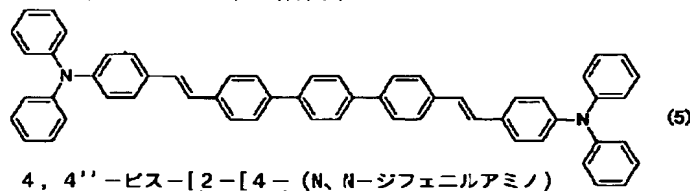
【化 20】



に示すような 4, 4'-ビス-[2-[4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-1, 1'-ビフェニル (DPAVBi) (特開平

11-54271号公報参照)、下記化学式 (5)

【化 21】



4, 4''-ビス-[2-[4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-1, 1', 4', 1''-トリフェニル

に示すような 4, 4'-ビス-[2-[4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イ

ル]-1, 1', 4', 1''-トリフェニル等が挙げられる。

## 【0044】

【実施例】〔実施例1〕実施例1として、互いに補色関係の発光色を示す青色発光層（第1発光層）と赤色発光層（第2発光層）との積層構造を備えた白色発光を示す有機EL素子を作製した。

【0045】青色発光層は、1, 3, 5-トリピレニルベンゼンをホスト材料とし、ドープ材料としては化学式（4）に示される4, 4'-ビス-[2-[4-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-ビニル-1-イル]-1, 1'-ビフェニル（DPAVB i）を用いた。

【0046】赤色発光層は、同じく1, 3, 5-トリピレニルベンゼンをホスト材料とし、ドープ材料としては上記（i）に示されるDCJT Bを用いた。

【0047】図2は、実施例1に係る有機EL素子の構造を示している。ガラス基板101上には、透明電極102として、150nm程度の厚さのITO電極が形成されている。

【0048】透明電極102上には、正孔注入層201として銅フタロシアニン（CuPc）を真空蒸着法により20nm形成した。その上に正孔輸送層202としてTPTEを真空蒸着法により40nm形成した。

【0049】次に発光層400として、ここでは、青色発光層402及び赤色発光層403をこの順に形成した。青色発光層402は、ホスト材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ゲスト材料には青色蛍光色素として機能する上記化学式（4）に示されるDPAVB iを用い、真空蒸着法により上記ホスト材料中にDPAVB iを3wt%を添加して10nmの厚さに形成した。

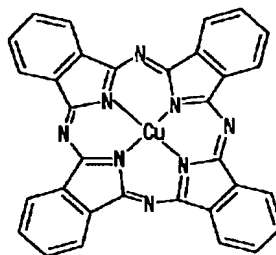
【0050】赤色発光層403は、ホスト材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料には赤色蛍光色素として機能するDCJT Bを用い、真空蒸着法により上記ホスト材料中にDCJT Bを2wt%を添加して30nmの厚さに形成した。

【0051】赤色発光層403の上には、電子輸送層205としてとしてAlqを20nmの厚さに真空蒸着法によって形成した。また、電子輸送層205の上には、比較例1と同様にLiF層301を0.5nm成膜し、その上に金属電極302としてAl電極を100nm成膜し、白色発光素子を得た。

【0052】図1を参照して比較例1に係る有機EL素子の構造を説明する。ガラス基板101上に、透明電極102として150nm程度の厚さのITO電極をスパッタリングにより形成した。なお、基板は、ガラスの他、可視光に対して透明性を有した基板が採用できる。透明電極102としては、上記ITOの他、インジウム-亜鉛の酸化物が採用可能であり、電極の膜厚は、100nm～1μm程度であり、好ましくは本実施例において採用した150nm程度である。

【0053】透明電極102上には、正孔注入層201として下記化学式

## 【化22】



銅フタロシアニン（CuPc）

で示される銅フタロシアニン（CuPc）を真空蒸着法により20nm形成した。正孔注入層201の上には、次に正孔輸送層202として上記式（iii）に示されるようなトリフェニルアミン4量体（TPTE）を真空蒸着法により40nm形成した。

【0054】正孔輸送層202の上には発光層400を真空蒸着法により40nmの厚さに形成した。この発光層400は、ホスト材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用いた発光層401である。また、この発光層401の上には、電子輸送層205としてアルミニウムキノリン（Alq）を真空蒸着法によって20nmの厚さに形成した。

【0055】この例において正孔注入層201から電子輸送層205までは共に有機層であり、この有機層を形成した後、電子輸送層205の上にLiF層301を0.5nm成膜し、その次に金属電極（ここでは陰極）302としてAl電極を100nm成膜し、青色発光素子を得た。

【0056】得られた素子を85℃環境で高温作動試験した時の輝度劣化特性を図3に示す。また、図3には、上記比較例2（発光層に1, 3, 5-トリピレニルベンゼンのみの使用）の素子も示している。図3からわかるように比較例2の輝度半減寿命が100時間未満であるのに対し、本実施例1に係る有機EL素子の輝度半減寿命は1000時間を遙かに上回っており、寿命は20倍以上と飛躍的に延びていることがわかる。

【0057】なお、赤色発光層にドープする赤色色素としては、実施例1ではDCJT Bを採用したが、これ以外にも、ジピニルキノリン系の材料（発光色：橙系）を用いたり、ルブレン（発光色：黄系）を用いても長寿命の白色発光を実現できる。またもちろん、青色と補色を成す他の新規の色素を用いて白色発光を得ることも可能である。

【0058】〔実施例2〕実施例2として、上記実施例1と同様に補色関係の発光色を示す青色発光層（第1発光層）と、正孔輸送機能を備えた赤色発光層（第2発光層）とを備えた有機EL素子を作製した。

【0059】青色発光層には、ホスト材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料としてはDPAVB iを用い、赤色発光層には、正孔輸送材料であるTPTEをホスト材料とし、ドープ材料としてDCJT Bを用いた。そして、この2つの層から得られる青色と赤色の補色により、有機EL素子は白色発光を示した。

【0060】図4は、この実施例2に係る素子の構成を示している。ガラス基板101上にITO電極を150 nm程度の厚さに形成し、この上に正孔注入層201として銅フタロシアニンが真空蒸着法により20 nmの厚さに形成する。この正孔注入層201の上には正孔輸送層202としてTPTEを真空蒸着法により20 nmの厚さに形成する。また、続いて、赤色発光層を構成する正孔輸送ドーピング層405としてTPTEにDCJT Bを2 wt %を添加した層を真空蒸着法によって20 nmの厚さに形成した。正孔輸送ドーピング層405の上には、真空蒸着法により40 nmの厚さに青色発光層402を形成した。この青色発光層402は、ホスト材料に1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料に蛍光色素として機能するDPAVB iを用い、上記ホスト材料中にこのDPAVB iを5.0 wt %添加した。

【0061】青色発光層402の上には、電子輸送層205としてAlqを20 nm真空蒸着法によって形成した。また、電子輸送層205の上には、他の実施例と同様に、LiF層301を0.5 nm成膜し、その次にAl電極302を100 nm成膜した。

【0062】以上のようにして得られた素子は、白色発光を示した。図5は、この素子のエネルギーバンドを示している。正孔輸送層202に用いたTPTEに赤色色素としてDCJT Bをドープした場合、図5からわかるように、青色発光層においても、赤色発光層（正孔輸送ドーピング層）のいずれにおいてもドープ材料のエネルギーギャップがホスト材料のギャップ以下である。従って、青色光と赤色光が各層からそれぞれ得られ、この2色が混色することで有機EL素子から射出される光は白色となる。

【0063】実施例2の素子に対し85℃環境で高温作動試験した時の輝度劣化特性は、上述の図3に示している。実施例2の素子は、比較例2の素子と比べると20倍以上と著しく輝度半減寿命が向上しており、さらに上記実施例1の素子よりもさらに寿命が延びていることがわかる。

【0064】また、赤色発光層である正孔輸送ドーピング層405にドープする色素としては、上記DCJT Bの他、ジビニルキノリン系の材料（発光色：橙系）、上記ルブレン（発光色：黄系）などの既存もしくは新規の色素を採用することで白色発光を得ることも可能である。

【0065】〔実施例3〕実施例3の有機EL素子は、

上記実施例1及び2と同様に補色関係の発光色を示す青色発光層（第1発光層）と赤色光層（第2発光層）を備え、そのうちの赤色発光層が電子輸送機能を備えている。

【0066】実施例3において青色発光層は、ホスト材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、ドープ材料としては青色色素であるDPAVB iを用いた。一方赤色発光層は、電子輸送機能を備えたAlqをホスト材料とし、ドープ材料としては、赤色色素であるDCJT Bを用い、長寿命の白色素子を達成した。

【0067】図6は、実施例3に係る有機EL素子の構成を示している。上述の実施例と同様に、ガラス基板101上に150 nm程度の厚さのITO電極102を形成し、その上にはCuPcを用いた正孔注入層201を真空蒸着法により20 nmの厚さに形成した。正孔輸送層202はTPTEを真空蒸着法により40 nm形成した。

【0068】正孔輸送層202上には、青色発光層402及び赤色発光層（電子輸送ドーピング層）406から構成される多層構造の発光層400を形成した。青色発光層402は、ホスト材料として1, 3, 5-トリピレニルベンゼンを用い、蛍光色素（青色）としてDPAVB iを用い、このDPAVB iを2.0 wt %ホスト材料中に添加した。またこの青色発光層402は真空蒸着法によって20 nmの厚さに形成した。青色発光層402上には、赤色発光層を構成する電子輸送ドーピング層406として、ホスト材料に電子輸送性のAlqを用い、ドープ材料としては赤色色素のDCJT Bを用い、Alq中にこのDCJT Bを5 wt %を添加した。この電子輸送ドーピング層406は、真空蒸着法により20 nmの厚さに形成した。続いて、さらに、電子輸送層205としてAlqを20 nm真空蒸着法によって形成した。電子輸送層205の上には、他の実施例同様、LiF層301を0.5 nm成膜し、その次にAl電極302を100 nm成膜した。得られた有機EL素子は、白色発光を示した。図7は、本実施例3の有機EL素子のエネルギーバンドを示しており、青色発光層及び赤色発光層（電子輸送ドーピング層）のいずれからそれぞれ青色発光と赤色発光が得られることがわかる。

【0069】図8は、得られた実施例3に係る有機EL素子を85℃環境で高温作動試験した時の輝度劣化特性を示す。図8より比較例1で説明した比較例2の素子の輝度半減寿命に対し、本実施例3の素子の輝度半減寿命も他の実施例同様に20倍以上と飛躍的に向上していることがわかる。

【0070】また、本実施例3においても、電子輸送性ホスト材料にドープして発光させることの可能な色素としては、上記DCJT B以外に、ジビニルキノリン系の材料（発光色：橙系）や、ルブレン（発光色：黄系）などの他、青色と補色関係にある発光色を示す新規の色素

を用いることによっても白色発光を得ることも可能である。

# 【0071】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、有機EL素子において、上記一般式(1)で示される1,3,5-トリピレニルベンゼン誘導体を発光層のホスト材料として用いると共に、このホスト材料中にドーブ材料をドーブした。

【0072】青色発光層(第1発光層)と、ドーブ材料を添加した発光層(第2発光層)とを組合せて素子を形成することで高効率で長寿命の発光素子を得ることができる。

# 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の比較例1に係る有機EL素子の構造を示す図である。

【図2】 実施例1に係る有機EL素子の構造を示す図である。

【図3】 実施例1及び2と比較例2の各有機EL素子の輝度低下特性を示す図である。

【図4】 実施例2に係る有機EL素子の構造を示す図である。

【図5】 実施例2に係る有機EL素子のエネルギーダイアグラムである。

【図6】 実施例3に係る有機EL素子の構造を示す図である。

【図7】 実施例3に係る有機EL素子のエネルギーダイアグラムである。

【図8】 実施例3と比較例2の各有機EL素子の輝度低下特性を示す図である。

# 【符号の説明】

101 透明基板(ガラス基板)、102 透明電極(陽極)、201 正孔注入層、202 正孔輸送層、205 電子輸送層、301 LiF層、302 金属電極(陰極)、400 発光層、401、402 青色発光層(第1発光層)、403 赤色発光層(第2発光層)

層)、405 赤色発光層(正孔輸送ドーブ層)、406 赤色発光層(電子輸送ドーブ層)。

# 【手続補正2】

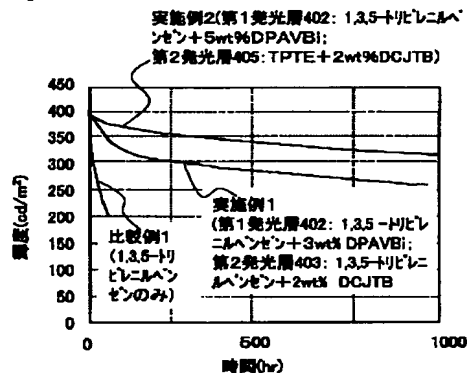
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 図3

【補正方法】 変更

【補正内容】

【図3】



# 【手続補正3】

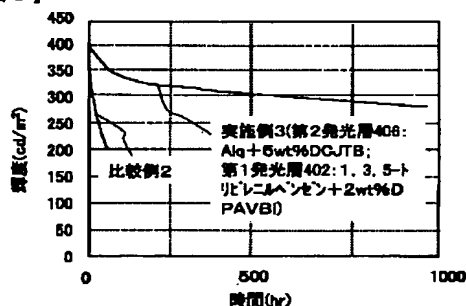
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 図8

【補正方法】 変更

【補正内容】

【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H05B 33/22

識別記号

F I

H05B 33/22

テーマコード(参考)

D

(72)発明者 藤川 久喜

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 多賀 康訓

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 岡田 久

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 五十嵐 達也

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 小島 和重  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 加藤 哲弥  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

F ターム(参考) 3K007 AB03 AB04 AB11 CA01 CB01  
DA01 DB03 EB00